А. С. ЭДДИНГТОН

Профессор Кэмбриджского Университета

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА НАУЧНУЮ МЫСЛЬ

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

ПРОФ. И. Ю. ТИМЧЕНКО



ОДЕССА 1923

(См. 3 стр. обложки)

А. С. ЭДДИНГТОН
Профессор Кэмбриджского Университета

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА НАУЧНУЮ МЫСЛЬ

Речь, читанная 22 мая 1922 года

Перевел с английск. М. З. Кайнер
под ред. проф. И. Ю. Тимченко

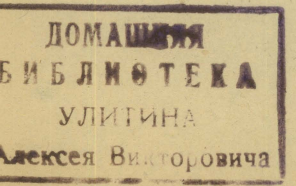


ОДЕССА 1923

Р. О. П. № 1486. 2-я Гостип. им. т. Ленина.
Одесса, Пушкинская, 18. Зак. № 2765 — 3.000 экз.

„Разве более глубокое размышление не доказало во всех странах и веках полную бесспорность того, что *где* и *когда*, столь таинственно неотделимые от всех наших мыслей, в сущности—только поверхностные земные прибавки к мысли".

CARLYLE Sartor Resartus



ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

До Коперника земля казалась неподвижным основанием, на котором возведено все строение небес. Человек, выгодно расположенный в центре вселенной, мог бы естественно ожидать, что план мироздания развернется перед ним в своем простейшем виде. Но поведение небесных тел было отнюдь не простым, и планеты буквально вили петли фантастических кривых, называемых эпициклами. Космогонист должен был наполнить небеса сферами, катящимися одна по другой, чтобы удержать планеты в соответствующих орбитах; круги нагромождались один за другим до тех пор, покуда музыка сфер, казалось, потонула в диссонансе вращающегося механизма. Тогда наступил один из великих переворотов научной мысли, который смёл Птолемееву систему сфер и

эпициклов и раскрыл простой план солнечной системы, удержавшийся до наших дней.

Переворот состоял в перемене точки зрения, с которой рассматривались явления. Путь планеты, как он представляется земному наблюдателю, есть вычурный эпицикл, но Коперник предложил нам перенестись на солнце и снова взглянуть на этот путь. Вместо линии с петлями и узлами, орбита теперь оказывается одной из наиболее элементарных кривых—эллипсом. Мы должны признать, что маленькая планета, на которой мы стоим, не имеет большого значения в общем плане мироздания и, чтобы выявить этот план, мы должны вначале освободить природу от искажения, вытекающего от выбора места, с которого мы ее наблюдаем. Солнце, а не земля—есть действительный центр мирового плана, по крайней мере той части его, которой астрономы того времени интересовались; и, перенося нашу точку наблюдения на солнце, мы обнаруживаем простоту планетной системы. Надобность в громоздком сооружении сфер и кругов исчезла.

Всякий теперь признает, что система Птолемея, которая рассматривает землю как центр вселенной, принадлежит безвозврат-

ному прошлому. Но к нашему смущению, оказывается, что *геоцентрические* взгляды все еще проникают насквозь нашу современную физику, оставаясь незамеченными до последнего времени. И лишь Эйнштейну принадлежит заслуга продолжения революции, начатой Коперником—освобождение наших представлений о природе от тех уклонов, которые были внесены туда ограниченностью нашего опыта, связанного с землей. Чтобы достичь более нейтральной точки зрения, мы должны вообразить посещение какого-либо другого небесного тела. Эта тема нередко привлекала популярного романиста, и мы часто улыбаемся его ошибкам, когда он раньше или позже забывает свое предполагаемое местонахождение и ставит своих путешественников в некоторые чисто земные положения, невозможные на той звезде, которую они посещают. Но и люди науки, которые лишены поэтической вольности романиста, совершили тот же промах. Когда, следуя Копернику, они перенеслись на солнце, то не уяснили себе необходимости оставить известную особенность, являющуюся чисто земным их уделом, именно *сеть пространства и времени,* в которую люди на земле

привыкли укладывать совершающиеся события. Правда, и наблюдатель на солнце будет укладывать результаты своего опыта в сеть пространства и времени, если он обладает теми же способностями восприятия и теми же методами научного измерения, как и на земле, но солнечная сеть пространства и времени не совсем та же что и земная, как мы это сейчас увидим.

Вы, я думаю, легко поймете, что разумеется под *сетью* пространства и времени. Это есть система размещения, к которой мы прибегаем, когда устанавливаем, например, что одно событие отстоит на 100 миль от другого и позже его на 10 часов. Термины пространство и время являются не только смутными образными указаниями на безграничную пустоту и вечно катящийся поток, но означают также точную количественную систему расчета расстояний и временных промежутков. Первым великим открытием Эйнштейна и было указание на то, что существует много систем расчета,—много возможных сетей пространства и времени,—совершенно подобных одна другой. Ни одна из них не может быть выделена, как более правильная. Ни одна из сетей не может быть

преимущественно перед другой отожествлена с теми лесами, которые служили при сооружении мира. И все же одна из них представляется нам, как действительное пространство и время нашего опыта; и мы отшатываемся от других равноценных сетей, которые кажутся нам искусственными системами, где расстояние и продолжительность перемешаны необыкновенным образом. Где причина этого дурного выбора? Она определяется не какой-либо особенностью сети: она определяется некоторой особенностью в нас—тем фактом, что наше существование связано с определенной планетой и наше движение есть движение этой планеты. *Природа* представляет бесконечный выбор сетей; *мы* выбираем одну, в которой мы и наши маленькие земные интересы занимают наиболее выдающееся положение. Наши зловредные геоцентрические навыки проявляются, все еще неподозреваемые, побуждая нас настаивать на этой земной пространственно-временной сети, которая в общем плане природы отнюдь не превосходит другие.

Чем ближе мы рассматриваем процессы, с помощью которых мы относим события к определенному положению в пространстве и

времени, тем более ясно мы видим, что особенности занимаемого нами места играют в этих процессах значительную роль. Мы имеем не больше права ожидать, что пространственно-временная сеть на солнце будет тожественна с нашей сетью на земле, чем ожидать, что сила тяжести будет одинаковой там и здесь. Еслибы не было никакого опытного свидетельства в пользу Эйнштейновой теории, она была бы тем не менее значительным шагом вперед, т. к. обнаружила ошибку, коренящуюся в старом образе мысли.—Ошибка заключалась в том, что мы без малейшего колебания приписали более чем местное значение нашему земному расчету пространства и времени. Однако существует множество опытов, обнаруживающих и определяющих различие между отдельными сетями наблюдателей, находящихся в различных условиях. Многие из этих опытов слишком технического характера, чтобы их здесь обсуждать, и я могу только сослаться на опыт Майкельсона-Морлея. Я боюсь, что многим из Вас он уже изрядно надоел, но тот, кто идет на представление Гамлета, должен терпеливо переносить Принца Датского.

Этот знаменитый опыт есть просто про-

верка того, распространяется-ли свет с тою же скоростью в двух различных направлениях. Для этого строится прибор с двумя равными плечами под прямым углом, дающими два равных пути для света. Пучек света делится на две части так, что одна часть пробегает вдоль одного плеча и обратно, а другая пробегает вдоль второго туда и обратно. Оба луча затем снова соединяются вместе, и тонкие наблюдения интерференции дают возможность судить, опоздал ли один из них сравнительно с другим; опоздание на одну тысяче-биллионную часть секунды могло бы быть уже обнаружено. Опыт представляет просто гонку двух лучей на равных трэках, проложенных в различных направлениях; гонка оканчивается в ничью. На первый взгляд это есть то, что и следовало ожидать, и можно, пожалуй, подивиться, чего ради затеяли весь этот опыт. Но *Майкельсон*, как истый последователь *Коперника*, для наблюдения за гонками поместился на солнце; соответственно этому для него прибор увлекается движением земли вдоль орбиты со скоростью 20 миль в секунду. Сообразно с этим, световой луч не пробегает точно двойную длину плеча. Отправляясь от одного конца, ему надо пройти до

поворотной меты на другом конце, который за это время несколько продвинулся; затем луч возвращается на то место, в которое исходная мета переместилась за время гонки. В сумме это не дает как раз двойной длины плеча. Произведя вычисления, мы легко найдем, что хотя оба плеча равны, пробег обоих лучей не равен; тот соперник, чей путь лежит вдоль линии земного движения, имеет более длинный пробег и таким образом оказывается в менее выгодном положении. И все же на опыте ожидаемого опоздания не оказывается. С точки зрения наблюдателя на солнце, опыт оказывается неудачным; Коперник потерпел неудачу и Птолемей торжествует.

Но это произошло потому, что мы не приняли полностью всех следствий переноса нашего места наблюдения на солнце. Мы все время оставались одной ногой на земле. Конечно, весь опыт основан на том, что оба плеча сначала сделаны совершенно равными. В этом можно увериться лишь на опыте; прием, которым мы пользуемся, есть поворот прибора на прямой угол, так что если, например, луч вдоль линии земного движения имел преимущество более короткого плеча

в одном случае, то при повторении опыта после поворота это преимущество будет на стороне луча поперечного. Эта проверка совершенно достаточна для земного наблюдателя. Поворот масштаба от одного направления к другому есть простой и непосредственный способ отметки равных длин. Но испытание не достаточно для наблюдателя на солнце; ему и в голову не придет предпринять отсчеты равных длин с помощью масштаба, мчащегося со скоростью 20 миль в секунду. Его сеть пространства — пространства не только усовершенствованных измерений, но также и грубых измерений, произведенных с помощью телесных органов чувств, которые определяют самое представление его о пространстве—эта сеть подразделена с помощью приспособлений, находящихся в покое относительно, например, его глаз и конечностей. О длине предметов, увлекаемых землей, он должен судить по тому пространству, которое они занимают в его собственной сети. В пространстве земного наблюдателя два плеча прибора были уравнены; но в подвергнувшемся переделу пространстве солнечного наблюдателя они вполне могут оказаться не равной длины и, когда мы становимся на точку зре-

ния наблюдателя на солнце, мы не должны упускать из виду это несоответствие. Это несоответствие является не столько гипотезой, предложенной для объяснения результатов Майкельсона, сколько прямым выводом из них. Два световых пробега, как мы видели, занимают одинаковое время; это ясно показывает, что плечо в менее благоприятствуемом направлении короче другого настолько, чтобы уравновесить то преимущество последнего, о котором я говорил [1].

Когда прибор повернут на прямой угол, опыт все же дает тот же результат. Оказывается безразличным, какое из двух плеч мы помещаем вдоль линии движения земли; это плечо должно быть короче другого. Другими словами, каждое плечо должно автоматически сокращаться при повороте из поперечного в продольное положение по отношению

[1] Есть еще одно возможное предположение — что скорость света (относительно наблюдателя на солнце) различна в различных направлениях, по крайней мере в области, где протекает опыт. Это можно бы приписать некоторому влиянию движения земли на распространение света (конвекция эфира). Такое объяснение пользовалось одно время успехом, но оно не могло быть совмещено с наблюдаемыми явлениями аберрации света.

к линии движения. Это и есть знаменитое Фиц-Джеральдово сокращение движущегося прута. Оно одинаково, каково бы ни было вещество прута и зависит только от скорости его движения. Для годичного движения земли сокращение достигает одной двухсот-миллионной части; таким образом диаметр земли в направлении ее движения короче на 2·5 дюйма, тогда как поперечный диаметр остается неизменным.

Это сокращение движущегося материального предмета обнаружилось вначале на опыте Майкельсона-Морлея; но оно отнюдь не противоречит тому, что можно было предвидеть на основании теоретических соображений. Достаточно вспомнить, что прут состоит из огромного числа молекул, удерживаемых в своем положении взаимными силами, главным образом сцеплением. Вряд-ли можно сомневаться, что последнее имеет электрическую природу. Но когда прут приведен в движение, электрические силы в нем должны измениться. Например, каждый электрический заряд при этом становится *электрическим током*; а электрические токи испытывают взаимное притяжение, что не имеет места в системе, находящейся в покое. Под

влиянием новой системы сил молекулы должны будут занять новые положения равновесия; они окажутся размещенными иначе и нет ничего удивительного поэтому в том, что форма прута меняется. Не выходя за пределы классических законов Максвелля, мы можем теоретически предсказать, каково будет новое состояние равновесия прута — длина его оказывается сокращенной как раз в таком размере, какой требуется результатами Майкельсона-Морлея.

Сокращение движущегося прута не должно поражать нас; было бы более удивительно, если бы прут сохранил ту же самую форму, вопреки изменению электрических сил, которые определяют расположение молекул. Замечательно, однако, что это сокращение обнаруживается лишь на опыте для наблюдателя на солнце; мы же на земле, путешествуя вместе с прутом, не можем его уловить. То обстоятельство, что происходящее сокращение оказывается очень малым, не имеет значения. Для удобства допустим, что скорость земли увеличилась в 8 000 раз, так что сокращение достигает почти половины первоначальной длины прута. Мы все же не заме-

тим его в повседневной жизни. Скажем, что движение земли направлено вертикально вверх. Я подымаю руку из горизонтального положения в вертикальное и она сокращается до половины своей длины. Нет, Вы не можете меня убедить, что я неправ; я не боюсь измерений. Принесите ярд и измерьте мою руку с начала в горизонтальном положении; получается 30 дюймов; теперь в вертикальном—получается 30 полудюймов! Ибо Вы должны припомнить, что повернули шкалу вдоль линии движения земли, так что каждое деление сократилось наполовину. „Но мы ведь можем видеть, что Ваша рука не сократилась. Разве мы не должны доверять своим глазам?“ Конечно *нет,* покуда Вы раньше не внесете в Ваши зрительные впечатления поправки на сокращение сетчатки по вертикальному направлению и на влияние нашего быстрого движения на видимое направление распространения световых волн. Если Вы расчислите эти поправки, то найдете, что они как раз скрадывают сокращение. „Но если сокращение имеет место, разве не должно оно ощущаться рукой?“ Это не необходимо; я земной наблюдатель и мои чувства, как и другие впечатления, принадлежат геоцентри-

ческому способу восприятия природы, который Коперник убедил нас покинуть.

Проведем по листу бумаги циркулем кривую. Будет ли полученная кривая круг или эллипс? Коперник с своего наблюдательного пункта на солнце объявляет, что, благодаря Фиц-Джеральдову сокращению, ножки циркуля сблизились, когда были повернуты в направлении земного годичного движения; поэтому кривая сплющилась в эллипс. Но здесь, я думаю, мы должны выслушать и Птолемея; он указывает, что с самого возникновения геометрии круги проводились таким именно образом циркулем, и всякий разумный человек понимает, что когда произносится слово „круг", то имеется в виду именно эта кривая. Одна и та же карандашная линия фактически есть круг в пространстве земного наблюдателя и эллипс в пространстве солнечного наблюдателя. Она в одно и то же время движущийся эллипс и покоющийся круг. Я думаю, что это иллюстрирует, насколько возможно, что́ мы разумеем под *относительностью пространства*.

Иногда жалуются на то, что заключение Эйнштейна о различии сетей пространства и времени для наблюдателей с различными

движениями облекает покровом таинственности явление, которое по существу не содержит ничего странного. Мы уже видели, что это явление зависит от сокращения движущихся предметов, которое оказывается как раз в согласии с Максвеллевой классической теорией. Но хотя мы и сумели уяснить себе его отчетливо, это нисколько не делает утверждение Эйнштейна менее справедливым! Новый результат может быть часто выражен различным образом; одна форма изложения может звучать менее таинственно; но зато другая форма может более ясно указывать, как эти результаты могут повлиять на исправление и расширение наших знаний. Именно последнее соображение побуждает нас предпочесть точку зрения относительности пространства—приняв, что длины и расстояния различны в зависимости от предполагаемого наблюдателя. Расстояние и продолжительность являются основными понятиями физики; скорость, ускорение, сила, энергия и т. п. все зависит от них; и мы едва-ли можем установить какое-нибудь физическое предложение, которое прямо или косвенно не заключало бы этих понятий. Мы поэтому несомненно всего лучше отметим революци-

онные следствия того, что мы узнали, если укажем, что расстояние и продолжительность и все физические количества, производимые от них, не дают нам чего-либо абсолютного во внешнем мире, но являются относительными количествами, которые меняются, когда мы переходим от одного наблюдателя к другому, обладающему другим движением. Те последствия, которые имело в физике открытие, что ярд не есть неизменный кусок пространства, и что то, что есть ярд для одного наблюдателя может быть восемнадцатью дюймами для другого — это можно сравнить с последствиями открытия в политической экономии, что фунт стерлингов не есть неизменное количество богатства и при некоторых обстоятельствах может в „действительности" быть семью с половиной шиллингами. Теоретик и тут может пожаловаться, что это последнее утверждение стремится облечь в тайну явление денежного обращения, которое в действительности имеет простое объяснение; но это же утверждение говорит само за себя человеку, имеющему опыт в практических приложениях денежного обращения.

Птолемей на земле и Коперник на

солнце оба созерцают один и тот же внешний мир. Но их опыты различны, и именно в процессе опытного изучения событий они приноровились к определенной сети пространства и времени—которые оказались различными, соответственно местным условиям наблюдателя. В этом, как я понимаю, и состоит положение Канта: „Пространство и время суть формы опыта". Сеть, следовательно, не содержится во внешнем мире; она привнесена наблюдателем и зависит от него. Но те простые соотношения, которые мы разыскиваем в своем старании уразуметь, как функционирует вселенная, эти соотношения должны лежать в природе самих событий, прежде чем они могли-бы быть произвольно приноровлены к сети. Самое большее, что мы можем ожидать от сети, это то, что она не нарушит простоты, которая первоначально существовала; между тем плохо выбранная сеть может совершенно расстроить естественную простоту явлений. Мы видели, что простота планетных движений была затемнена Птолемеевой схемой и стала ясной в схеме Коперника. Но для обыкновенных земных явлений положение обратное, и Птолемеева схема позволяет выявиться их естествен-

ной простоте. В схеме Коперника большинство простых явлений представляются производными очень сложных процессов, которые взаимно уничтожают друг друга. Обыденные предметы сокращаются и расширяются, когда находятся в движении, но изменения эти скрадываются хитрым заговором, в котором соединяются все силы природы: электрические, оптические, механические и гравитационные. В схеме Коперника мы встречаемся таким образом с чрезвычайной сложностью описания, которая не имеет никакого соответствия ни с чем, происходящим во внешнем мире; это происходит потому, что термины нашего описания относятся к неподходящему способу приноровления к избранной сети пространства и времени. Эта искусственная схема Коперника несколько напоминает планы Белого Рыцаря:

Я планом задался таким:
Усы покрасить разноцветно
И скрыть их веером большим,
Чтоб это было незаметно.

Мы не можем отрицать тонкости и замечательной пригодности этого плана; но все же позволительно спросить, самое ли это про-

стое истолкование серого однообразия открывающейся нам природы. Дело просто в том, что земная или Птолемеева схема естественно приноровлена к земным явлениям, а солнечная или Коперникова приноровлена к явлениям солнечной системы, но мы не можем одну из них сделать пригодной для обеих систем, не вводя не относящихся к делу усложнений.

Мы теперь идем дальше Коперника и не довольствуемся уже посещением солнца. Почему выбирать солнце скорее, чем какую-либо другую звезду для того, чтобы получить неискаженную картину явлений? Астроном теперь помещается так, чтобы двигаться вместе с центром тяжести звездного мира и все же не вполне удовлетворен. Физик грезит о неведомой стране, Weissnichtwo, которая на самом деле покоилась бы в эфире. Мы сознаем искажение, вносимое в царство природы нашей узкой точкой зрения, с которой мы наблюдаем ее и стараемся поместиться так, чтобы исключить это искажение — так, чтобы наблюдать то, что в самом деле *есть*. Но это тщетное стремление. Куда бы мы ни поставили нашу камеру, фотография необходимо оказывается двумерным изображением,

искаженным соответственно законам перспективы; никогда нет точного сходства с самим предметом.

Мы должны испытать другой путь. Я не думаю, чтобы мы могли бы когда-нибудь совершенно исключить человеческий элемент, из нашего представления о природе; но мы можем исключить один человеческий элемент именно наше построение сети пространства и времени. Если наша мысль по необходимости антропоцентрична, то она не должна непременно быть геоцентрична. Мы не надолго улучшим положение, если и подставим просто пространственно-временную сеть какой-либо другой определенной звезды или условно выбранной среды. Мы должны оставить сеть совершенно неопределенной. Когда мы это делаем, то оказывается, что мир, общий всем наблюдателям, в котором каждый наблюдатель проводит различную пространственно-временную сеть соответственно его точке зрения,—есть мир четырех измерений. Когда мы смотрим на какой-либо предмет, скажем стул, впечатление в нашем глазу есть двумерное изображение, зависящее от положения, из которого мы смотрим; но мы без труда представляем себе стул как телесный

предмет, который нельзя отожествить ни с одним из наших двумерных изображений его, но порождающий их всех, когда положение наблюдения изменяется. Мы должны теперь признать, что этот телесный стул в трех измерениях сам является только видимостью, которая меняется соответственно движению наблюдателя, и что есть сверх-предмет четырех измерений, который не тожественен с трехмерным стулом в Птолемеевой схеме или со стулом в схеме Коперника, но порождает эти обе видимости. Синтез трехмерного стула из известного числа плоских изображений дается нам легко, потому что мы привыкли принимать различные положения в быстрой последовательности. Да и наши два глаза дают нам слегка различные точки зрения одновременно. Прямая необходимость вынудила наш мозг построить представление телесного стула, объединяющего эти меняющиеся видимости. Но мы не меняем нашего движения в сколько-нибудь ощутимых размерах и к нашему мозгу до сих пор не предъявлялось еще требования объединить видимости для различных движений; таким образом усилия, которые мы теперь требуем от мозга, являются новыми. Это объ-

ясняет почему результат кажется выходяшим за пределы обычных форм мышления.

Открытие или лучше сказать переоткрытие мира четырех измерений принадлежит Минковскому. Эйнштейн полностью исследовал соотношения между сетями пространства и времени наблюдателей с различными движениями. Гению Минковского мы обязаны уразумением того, что эти сети суть только системы перегородок, произвольно проведенных в четырехмерном мире, который является общим для всех наблюдателей.

Странное заблуждение думать, что четвертое измерение должно быть чем-то лежащим совершенно вне представлений обыкновенного человека и что только математик может быть посвящен в его тайны. Правда, математик имеет преимущество понимания техники механизма для решения вопросов, которые могут возникнуть при изучении четырехмерного мира; но в смысле понятия о четырех измерениях мира его точка зрения та же, что и всякого другого. Надо ли думать, что упорной мыслью он приводит себя в особое состояние транса, в котором он постигает некоторое до сего неподозреваемое

направление, простирающееся под прямым углом к длине, ширине и толщине? В этом было бы мало пользы. Мир четырех измерений, о котором мы теперь говорим, близко знаком всякому. Очевидно для каждого, — даже для математика, — что мир телесных и прочных *предметов* имеет три измерения и не больше; что предметы размещены в тройном порядке, который для всякого отдельного индивидуума может быть разложен на вправо и влево, вперед и назад, вверх и вниз. Но не менее очевидно для всякого, что мир *событий* — четырехмерен; что события размещены в четверном порядке, который в опыте отдельного индивидуума разлагается на вправо и влево, взад и вперед, вверх и вниз и *раньше и позже*. Предметом нашего изучения служит внешний мир, который является миром событий, общим для всех наблюдателей, но рисующимся для них в их родной сети пространства и времени; повседневный опыт делает очевидным, что этот абсолютный мир содержит четыре порядка [1].

---

[1] Теория относительности не говорит, что в природе существует какое-то четырехмерное *пространство*. Вся цель исследования четырехмерного мира есть исключение смущающей нас сети пространства.

Что события вокруг нас образуют мир четырех измерений также старо как то, что „королева Анна умерла“. Причина, почему релятивисты восстановили этот старый трюизм, та, что только в этом нераздельном сочетании четырех измерений опыт всех наблюдателей совпадает. В нашем собственном опыте одно измерение резко отличается от остальных трех и выделяется как время; но наш опыт—только земной и, настаивая на построении системы природы в согласии с чисто земным опытом, мы ограничиваем себя средневековой геоцентрической системой мира.

Мы привыкли рассматривать длящийся мир, как составленный непрерывным следованием мгновенных состояний, как еслибы мир событий был *расслоен*. Каждое событие предполагается лежащим в некотором определенном мгновении или слое и следование этих слоев в известном порядке и образует всю действительность. Мгновение „теперь“ представляет один из таких слоев, пронизывающих насквозь всю вселенную. Но исследования теории относительности неопровержимо показывают, что это предполагаемое расслоение есть иллюзия; нет ни малейших оснований для такого взгляда на строение мира. Мгно-

венное состояние, которое мы до сих пор принимали как естественый слой в четырехмерном пространстве событий, есть только произвольная перегородка, созданная нами самими в соответствии с нашими геоцентрическими взглядами. Мы можем провести различно наклоненные перегородки [1], т. е. сечения, которые заключают по одну сторону от нас события, случившиеся недавно и по другую сторону от нас события, которые еще не произошли; такого рода забавная комбинация во всех отношениях эквивалентна нашему, так называемому, мгновенному состоянию и в действительности *является* мгновенным состоянием с точки зрения некоторого незем-

---

[1] Наклон не должен превосходить известных границ. Этот предельный угол может быть рассматриваем как основная постоянная строения мира и, благодаря своему основному характеру, она появляется во многих различных явлениях; например, она определяет скорость распространения света. Мгновение на солнце, которое одновременно с данным мгновением на земле, неопределенно (изменяясь в зависимости от применяемой сети пространства и времени), но только в пределах 16 минут. Какое-либо событие на солнце, происшедшее раньше этих 16 минут находится *абсолютно* в прошлом и все наблюдатели сходятся на этом. Действительно, мы могли бы уже получить беспроволочную

ного наблюдателя с соответственно выбранным движением.

Признание того, что простирающееся на весь мир мгновение „теперь“ создано нами самими и не существует вне нашей геоцентрической точки зрения, настолько противоречит нашим естественным предубеждениям, что я посвящу несколько минут попытке выяснить искусственность этого понятия. Когда я говорю, что сознаю мгновение теперь, я сознаю его лишь постолько, поскольку оно здесь—во мне. Что же заставляет меня воображать, что существует продолжение его вне меня? Это то, что я наблюдаю внешний мир, вижу различные события, происходящие „теперь“ и перескакиваю отсюда к заключению, что то мгновение, которое я сознаю, должно быть распространено так, чтобы включить эти события. Однако, эта идея есть другое

весть, сообщающую о нем. События после 16 минут находятся в *абсолютном* будущем. Нейтральная полоса, которая не лежит (абсолютно) ни в прошлом, ни в будущем становится пропорционально шире, когда расстояние возростает; для ближайшей неподвижной звезды она расширяется до 8 лет, а для наиболее удаленных звезд, расстояния которых нам уже известны, она достигает 400 000 лет.

наследие безвозвратного прошлого, опровергнутое еще Рёмером в 1675 году. Не самые события, но чувственные впечатления, которые они порождают, совершаются в мгновение теперь. Таким образом совершенно исчезло оправдание того, что я помещаю событие вне меня в то мгновение, которое я сознаю. К несчастью, однако, эта грубая точка зрения не была отвергнута, но только прикрыта; было найдено, что непосредственные затруднения могут быть устранены, если мы поместим внешние события не в мгновение нашего зрительного впечатления о них, а в мгновение, которое мы ощущали несколько времени тому назад—принимая в расчет, как мы говорим, время распространения света. Таким образом, наши мгновения были снова распространены через все пространство, но они были уже проведены подобно перегородкам между событиями с помощью искусственного процесса вычисления, а не непосредственной интуицией. Теория относительности признает эти *всемирные мгновения* тем, чтó они собой представляют —искусственными перегородками, возведенными для целей вычисления. Я могу добавить, что она никоим образом не касается тех

местных мгновений, которые образуют поток нашего сознания. Она вполне признает, что цепь событий в такой временной последовательности есть ряд, по характеру своему совершенно отличный от последовательности точек вдоль прямой в пространстве. Те, кто подозревает, что теория Эйнштейна проделывает непростительный фокус над временем, должны признать, что она оставляет совершенно нетронутой ту временную последовательность, о которой мы имеем интуитивное знание, и ограничивается пересмотром искусственной схемы времени, которую впервые ввел в физику Рёмер.

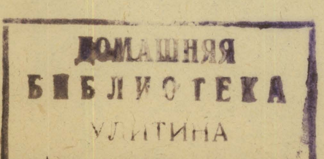
Изучение четырехмерного мира событий дает нам новый глубокий взгляд на процессы природы, потому что оно устраняет не относящееся к делу расслоение, по случайному направлению--мгновенные состояния—которое мы без всякой необходимости ввели в нашу обычную точку зрения. Не признавая этого расслоения, мы становимся способными видеть процессы в их наиболее простом виде, хотя, конечно, не в их наиболее привычном виде. Мы должны различать между простотой и знакомством; свинья может быть наиболее близко знакома нам в виде ломтей

свинины, но *нерасслоенная* свинья представляет более простой объект изучения для биолога, который желает понять, как функционирует животное.

Я закончу эту часть рассуждения экспериментальным приложением, которое иллюстрирует мощь метода Эйнштейна. В последнее время много изучали электроны, движущиеся с весьма большими скоростями; например, β-частицы, выбрасываемые радиоактивными веществами, суть отрицательные электроны, которые иногда достигают скорости в 100 000 миль в секунду. Опытом найдено, что быстрое движение производит увеличение массы этих частиц. Я хочу показать, что теория относительности дает очень простое объяснение, как именно происходит это наростание массы. Но я должен, раньше заметить, что и до того дано было объяснение, которое было всеми принято, как удовлетворительное. Явление это было действительно предсказано Дж. Дж. Томсоном, прежде чем даже думали об относительности; ибо если принять, что масса β-частицы имеет электрическое происхождение, то приложение Максвелловых уравнений показывает, что она должна возрастать со скоростью. Но

точный закон возрастания не мог быть предсказан на основании этого, ибо разные вероятные предположения вели к несколько различным результатам. Кроме того, Максвелловы уравнения суть в конце концов только электрические законы, природа которых составляет тайну. Было значительным шагом вперед связать изменение массы при больших скоростях с другими явлениями, странность которых исчезла вследствие долгого знакомства с ними; но все же еще остается место для более широко захватывающих объяснений. Эйнштейн ведет нас прямо к корням этой тайны и разъясняет одно место, которое было сбивчивым, если не прямо ошибочным, в старом объяснении. Изменение массы нисколько не зависит от того, имеет ли она электрическое происхождение или нет; оно вытекает просто из того факта, что масса есть количество *относительное*, зависящее по своему определению от относительных количеств длины и времени. Взглянем на β-частицу с ее собственной точки зрения; это вполне обыкновенный электрон, нисколько не отличающийся от другого. „Но он путешествует с необыкновенной быстротой?“. „Это“, говорит электрон, „дело взгляда. На-

сколько я знаю, я нахожусь в покое, если слово „покой“ имеет какой-нибудь смысл. На самом деле я как раз наблюдал с изумлением *Вашу* необыкновенную скорость в 100 000 миль в секунду, с которой Вы проноситесь мимо меня“. Конечно, электрону нет особенного дела до нашего движения, и он не изменит своего состояния ради нас; он удержит свои массу, радиус, электрическое поле и т. д. равными нормальным постоянным, встречающимся в электронах вообще. Эти понятия относительны и соответствуют поэтому некоторой частной сети пространства и времени, очевидно, сети, свойственной электрону в самосозерцании, т. е. такой, при которой он находится в покое. Но эта сеть не есть обычная геоцентрическая сеть, к которой мы относим такие количества, как длина, время и масса; существует различие в 100 000 миль в секунду между нашей наблюдательной станцией и станцией β-частицы при самосозерцании. Раскрыть, что происходит с длиной и временем β-частицы, когда она отнесена к перегородкам, которые мы провели через мир — это только вопрос геометрии. Но когда мы вычисляем изменение массы, вытекающее как результат изме-



нений длины и времени, то находим, что она должна возрости как раз в той пропорции, которая указана наиболее тонкими опытами.

Суть в том, что каждый электрон в покое или движении представляет вполне постоянное строение; но мы искажаем его, приноравливая к пространственно-временной сети, соответствующей нашему собственному движению, до которого электрону нет дела. Чем быстрее наше движение относительно электрона, тем бо́льшим будет искажение. Искажение не произведено каким-нибудь физическим действием, приложенным к электрону; это чисто субъективное искажение, зависящее от нашего преобразования схемы пространства и времени, к которой мы относим его. Это искажение влечет за собой изменение в нашем физическом описании электрона при помощи понятий массы, формы, объема; и в частности изменение в массе совпадает как раз с тем, которое найдено опытным путем.

Вы видите, что разбор естественных пространственно-временных сетей для наблюдателей, двигающихся с огромными скоростями является не совсем праздным занятием. Нам

неизвестны никакие одушевленные наблюдатели с такими скоростями; но мы знаем неодушевленные материальные предметы такого рода. Их общее сходство затемняется, когда мы относим их без разбора к нашей неподходящей геоцентрической сети; мы думаем, что они изменили свои свойства, свою массу и т. п.; но сходство восстанавливается, когда мы относим каждый в отдельности к свойственной ему сети, и таким образом описываем их всех в сравнимых между собою терминах.

Наши измерения расстояний в пространстве, как оказывается, подчиняются известным законам—законам геометрии. Но теперь сделалось уж невозможным рассматривать предмет пространственной геометрии как законченный сам по себе. Рассмотрим треугольник, образованный тремя точками (или событиями) в четырехмерном мире; если нам случится провести наши мгновенные слои так, чтобы три точки лежали в одном слое, тогда треугольник есть пространственный треугольник и его свойства падают в область нашей классической геометрии. Но другой наблюдатель проведет свои слои в другом направлении и для него треугольник будет частью

в пространстве, частью во времени, так что это будет не подходящий предмет для пространственной геометрии. Самый предмет геометрии находится в отчаянном положении, так как Коперник и Птолемей не просто расходятся по вопросу о геометрии конфигурации; они расходятся даже по вопросу о том, приложима ли пространственная геометрия к данной конфигурации. Ясно, что для спасения геометрии мы должны расширить ее так, чтобы включить в нее и время так же как и пространство. Разрешите привести иллюстрацию этого расширения. Земной наблюдатель может иметь пространственный треугольник, (образованный тремя точками или событиями в одно и то же мгновение), стороны которого он может измерить шкалой; он может также иметь „временной треугольник“, образованный тремя событиями в разные даты, стороны которых он должен измерить с помощью часов [1].

Вы все знаете закон пространственного

---

[1] Эти три события не должны быть в одном и том же месте, иначе это дало бы временную *линию*, а не треугольник. Часы нужно перемещать так, чтобы два события, между которыми определяется временный про-

треугольника—если Вы измерите расстояние масштабом от A до B и от B до C, сумма отсчетов всегда *больше*, чем отсчет от A до C. Не столь известно, что существует аналогичный закон для временных треугольников—если Вы измерите с помощью часов промежутки от A до B и от B до C, то сумма отсчетов всегда *меньше*, чем отсчет часов при измерении непосредственно промежутка от A до C. В пространственном треугольнике любые две стороны вместе *больше*, чем третья сторона: во временном треугольнике две стороны вместе *меньше*, чем третья сторона[2]. Оба эти закона должны быть объединены в нашей четырехмерной геометрии так, что эта

межуток, оба произошли там, где часы находятся, точно так же как шкала должна быть направлена так, чтобы обе точки совпадали с ней. Вам не разрешается „гнуть" часы, т. е. приложить силу так, чтобы заставить их двигаться со скоростью отличной от равномерной, в той же мере как не разрешается гнуть шкалу приложением к ней силы.

[2] Конечно, несправедливо, что *любые* две стороны меньше третьей. Часы в отличие от масштаба могут измерять только в одном направлении, а именно от прошлого к будущему, так что стороны $AB + BC$ и AC могут быть выбраны лишь единственным образом.

геометрия окажется не совсем столь простой, как та, к которой мы привыкли [1].

Но существенный пункт, на который я хотел бы особенно обратить Ваше внимание, заключается в следующем. Очевидно, что предложение, которое я привел Вам относительно временных треугольников не может быть отделено от соответствующего предложения для пространственных треугольников. Когда мы оставляем средневековую геоцентрическую точку зрения, то должны признать, что оба предложения принадлежат одной геометрии, для которой наша обыкновенная пространственная геометрия составляет только часть или проэкцию. Но если Вы исследуете предложение о временных треугольниках, то увидите, что это есть утверждение относительно поведения часов, когда они перемещаются—вопрос, который, очевидно, относится к механике. Когда мы имеем дело с четырехмерным миром, мы не можем больше отличать геометрию от механики. Они становятся одним и тем же пред-

[1] Это влечет за собой лишь сравнительно незначительное обобщение в Евклидовой геометрии, которую не следует смешивать с „не-Евклидовой геометрией", о которой мы будем говорить впоследствии.

метом, и если мы вполне овладели геометрией мира событий, мы неизбежно изучили его механику. Вот почему Эйнштейн, изучая геометрию мира и открыв, что она именно не-Евклидова, нашел, что он тем самым изучил механическую силу притяжения. И когда он решил, какую именно из возможных различных не-Евклидовых геометрий следует выбрать, и установил таким образом законы новой геометрии, это самое решение определило закон тяготения—закон приближающийся к тому, который предложил Ньютон, но не тожественный с ним.

Здесь пред нами открываются широкие перспективы. Мы видим, что два больших отдела математической физики, а именно геометрия и механика, встретились в четырехмерном мире. Дело не просто в том, что механические проблемы могут трактоваться с помощью формул, первоначально принадлежавших чистой геометрии; этот прием давно употреблялся. Опытная геометрия и механика действительно относятся к одному и тому же предмету исследования. Юный исследователь, открывающий опытные законы с помощью циркуля, линейки и картонных фигур и переходящий позже к маятнику и

пружинным весам, раскрывает одно и то же явление, которое не может быть разделено, как не может быть явление магнетизма отделено от электричества.

Именно путем этого об'единения геометрии и механики мне хотелось бы подойти к вопросу о притяжении, показав, что силовое поле есть проявление геометрии пространства и времени. Но я боюсь, что это было бы слишком специально, поэтому мы подойдем к вопросу с другой стороны.

Мы показали, что созерцание мира с точки зрения отдельного наблюдателя связано с искажением его простоты, и мы старались получить более правильное представление, принимая в расчет и сочетая другие точки зрения. Чем больше точек зрения, тем лучше. Рассмотрим теперь другую точку зрения, о которой мы раньше не думали—точку зрения наблюдателя, который, поднявшись на аэроплане, падает оттуда стремглав. Во многих отношениях он будет в идеальном положении — временно. К несчастью, на terra firma мы непрерывно подвержены значительному возмущающему влиянию; мы испытываем страшную бомбардировку молекул почвы, которые колотят по подошвам наших сапог

со всей силой каких-нибудь 3—4-х пудов тяжести, толкающей нас вверх. Однако наши тела являются научными приборами, которыми мы пользуемся при наших обыденных наблюдениях над миром. Я уверен, что ни один физик не позволил бы никому войти в свою лабораторию и колотить по его часам и гальванометру в то время, как он производит с ними наблюдения, во всяком случае он счел бы необходимым внести некоторые поправки на возмущающее действие. Вообразим теперь, что мы падаем свободно *в пустоте;* тогда мы были бы свободны от возмущающей бомбардировки и способны получить более естественное представление о том, что происходит вокруг нас.

Во время падения мы производим опыт, выпуская из рук яблоко. Яблоко свободно, но не может падать быстрее, чем оно падало уже; следовательно, оно продолжает оставаться в соприкосновении с нашей рукой. С нашей новой точки зрения,—при нашей новой сети пространства и времени—яблоко не падает. Нет никакой таинственной силы, сообщающей ему ускорение. Вспомним, что эта новая сеть пространства и времени есть естественная схема свободного наблюдателя,

в то время как прежняя сеть, при которой имеет место таинственная сила ускорения, была сетью наблюдателя, подверженного весьма большому возмущающему действию. Правда, когда мы глядим вниз на землю, то видим, что деревья и дома стремятся вверх навстречу нам, но в этом нет ничего таинственного. Причина этому очевидна; просто их гонит снизу вверх молекулярная бомбардировка, о которой я упомянул. Вы видите, что точка зрения яблока на вещи проще, чем точка зрения Ньютона. Ньютону пришлось ввести таинственную силу притяжения, которая тянет яблоко вниз; яблоко наблюдает только знакомое физическое действие, толкающее Ньютона вверх.

Я не имею в виду несправедливо настаивать на превосходстве точки зрения яблока над Ньютоновой, а скорее рассмотреть обе, как равноправные основания. Я, может быть, был несколько несправедлив к Ньютону. Его положение на земле было неблагоприятно, но он был бы совершенно доволен, еслибы находился в центре земли, где он мог бы оставаться без поддержки, т. е. не испытывая неудобств молекулярной бомбардировки. Отсюда он все еще наблюдал бы

хорошо знакомое ускорение яблока; а яблоко наблюдало бы соответствующее ускорение Ньютона без обусловливающей его молекулярной бомбардировки. С той и другой точки зрения происходит какое-то таинственное действие. Как мы должны рисовать себе это действие? Должны ли мы его рисовать себе, как силу, как своего рода тягу? Но если так, то к кому из них эта тяга приложена? Если мы станем на точку зрения Ньютона, то тяга приложена к яблоку, — если принять точку зрения яблока — тяга приложена к Ньютону; так что в нашем синтезе всех точек зрения мы не можем решить, кто кого тянет, и представление о тяготении, как о тянущем действии, становится невозможным. Эйнштейн заменяет его другой картиной, которую мы, пожалуй, лучше поймем, если сравним ее с весьма сходным переворотом научной мысли, который произошел очень давно.

Древние полагали, что земля плоска. Небольшая часть ее поверхности, которая их главным образом занимала, могла быть без серьезных искажений изображена на плоской карте. Когда были добавлены более отдаленные области, естественно было думать, что

они также смогут быть включены в эту плоскую карту. Вы все видели такие карты всех частей света, например, проэкции Меркатора, и Вы вспомните, как необычайно преувеличенными кажутся размеры Гренландии. Но те, которые остаются верными теории плоской земли должны считать, что плоская карта дает *верные* размеры Гренландии. Как же они объяснили бы сообщения путешественников, что расстояния в этой области значительно короче? Они, я думаю, изобрели бы теорию о том, что в этой стране обитает какой-то демон, который помогает путешественникам на их пути и делает так, что эти путешествия кажутся им значительно короче, чем они „в действительности". Ученые, несомненно, охранили бы свое достоинство, употребив какой-нибудь греко-латинский многосложный термин вместо слова „демон", но это не должно скрывать от нас того факта, что они аппелируют к некоторому *deus ex machina*. Название демон, однако, более подходяще, так как он обладает той именно бесовской особенностью, что мы не можем его прикрепить к какому-нибудь определенному месту. Мы могли бы также хорошо начать нашу карту, приняв центр в Гренлан-

дии; тогда оказалось бы, что пути там как раз нормальны, и деятельность демона смущала бы путешественников уж в Европе. Мы теперь понимаем, что истинное объяснение состоит в том, что поверхность земли кривая; и демоническое вмешательство появилось потому, что мы пытались втиснуть земную поверхность в неподходящую плоскую сеть, которая искажала простоту вещей.

То, что случилось по отношению к земле, произошло также и относительно мира, и такая же революция мысли нужна опять. Наблюдатель, скажем, в центре земли находит, что существует сеть пространства и времени—плоская или Евклидова сеть—в которой он может уместить вещи, встречающиеся в окрестности его, без искажения их естественной простоты. Нет ни тяготения, ни стремления тел падать покуда наблюдатель ограничивает свои наблюдения непосредственной окрестностью. Он расширяет эту сеть пространства и времени на более отдаленные расстояния и, наконец, на поверхность земли, где встречает явление падающих яблок. Так как в этом новом явлении приходится давать себе отчет, то он изобретает некоторого *deus ex machina*, которого называет

тяготением, и его действию приписывает наблюдаемое возмущение. Но мы видели, что мы можем также хорошо стать на точку зрения падающего яблока. Оно имеет плоскую сеть пространства и времени, в которой явления его окрестности укладываются без искажения; и с его точки зрения тела, находящиеся близь него, не испытывают ускорения. Но когда оно расширяет эту сеть далее, простота теряется и оно также должно постулировать существование в отдаленных частях демонической силы тяготения, заставляющей, например, предметы, покоющиеся по отношению к центру земли, падать в направлении к нему. Когда мы переходим, от одного наблюдателя к другому—от одной плоской пространственно - временной сети к другой—мы должны изменить область активности этого демона. Разве не ясно теперь решение? Демон просто представляет собой усложнение, которое возникает тогда, когда мы втискиваем мир в плоскую Евклидову пространственно-временную схему, к которой он не может быть приноровлен без искажения. Миру не впору эта сеть, потому что *он не является Евклидовым или плоским миром*. Допустите кривизну мира и таин-

ственное возмущение исчезнет. Эйнштейн изгнал демона.

Эйнштейн, поняв, что в явлении тяготения он имет дело не с „тягой“, но с кривизной мира, должен был пересмотреть закон тяготения. Он не мог предложить возможного закона кривизны, который в точности соответствовал-бы предварительно принятому закону тяготения. Таким образом он пришел к предложению нового закона тяготения—закона, который для большинства практических приложений отличается очень мало от закона Ньютона, хотя имеет совершенно отличное основание. Мне нет надобности долго останавливаться на том, каким поистине замечательным образом Эйнштейнова поправка закона тяготения была подтверждена и аномальным вековым изменением орбиты планеты Меркурий и наблюдавшимся смещением звезд вблизи солнца во время полного солнечного затмения 1919 г. Я должен был бы, однако, напомнить Вам, что в этом последнем наблюдении суть расхождения между теорией Ньютона и Эйнштейна, заключалась не в *существовании* отклонения световых лучей, проходящих близь солнца, но в размере этого отклонения.

Эйнштейн предсказывал двойное отклонение сравнительно с возможным по теории Ньютона. Бо́льшее отклонение было количественно подтверждено при наблюдениях над затмением. Главное творение Эйнштейна—это новый закон тяготения, а не новое объяснение его. Он приписывает притяжение массивных тел кривизне мира в окружающей их области и этим бросает свет на всю проблему. Но он первоначально не заботится ни о том, чтобы объяснить, как материальные тела производят эту кривизну мира вокруг себя (или ассоциируются с ней) ни о том, как эта кривизна подчиняется закону. Хотя было бы полным непониманием Эйнштейновой постановки вопроса об общей теории относительности, рассматривать ее как попытку объяснить тяготение, тем не менее я думаю, что именно дальнейшее развитие его идей привело к настоящему объяснению настолько полному, насколько можно было только желать. Но я не думаю здесь излагать Вам объяснения. Иногда объяснение требует очень много дополнительных пояснений [1].

[1] Следующий краткий очерк даст Вам намек на природу такого объяснения. Эйнштейнов закон тяготе-

Я думаю, что мы можем без помощи математики составить себе общую идею того, почему Эйнштейн нашел нужным исправить Ньютонов закон тяготения. Вернемся к примеру со свиньей и вообразим, что мы желаем найти закон, управляющий распределением жирных и тощих частей этого животного. С точки зрения обеденного стола вероятный тип закона был бы тот, что половина каждого ломтя свинины жирная, а другая половина тощая, и еслибы случилось, что

ния обыкновенно выражается в виде системы десяти довольно длинных дифференциальных уравнений; эти уравнения в точности эквивалентны геометрическому утверждению, что „радиус сферической кривизны всякого 3-хмерного сечения 4-хмерного мира есть всеобщая постоянная длина, одинаковая для всех точек мира и для всех направлений сечения". Закон поэтому содержит утверждение, что мир обладает некоторым характером однородности и изотропии (конечно, не *полной* изотропией и однородностью сферы). Чтобы объяснить закон тяготения и явления, которыми он управляет, мы должны объяснить, каким образом сохраняется эта однородность и изотропия. Наше объяснение состоит в том, что однородность и изотропия содержится первоначально не во внешнем мире, но *в измерениях, которые мы над ним производим*. Она вводится во все наши операции измерения, потому что приборы, которые мы при этом употребляем, сами

наблюдения подтвердят это с достаточным приближением, мы могли бы вообразить, что мы открыли точный закон свинной структуры. Но дело меняется, если мы отказываемся от обеденной точки зрения и изучаем животное более общим образом, припомнив, что оно не было предназначено для особых отношений к ряду ломтей, на которые нашему колбаснику угодно было его изрезать. Мы должны теперь искать совершенно другой тип закона. Могут представиться две возможности. Мы можем найти, что наш предложен-

---

составляют часть мира. Мы видели раньше, что сокращение плеча, повернутого из горизонтального в вертикальное положение, не обнаруживается при измерениях, произведенных с помощью масштаба, который сам сокращается; таким же образом всякая анизотропия мира не появляется при измерениях, производимых приборами, которые, будучи частью этого мира, разделяют ту же анизотропию. Закон тяготения поэтому проистекает из того факта, что определенный тип неоднородности и анизотропии мира не может войти в опыт нашего наблюдения, потому что эта неоднородность необходимо исключается при всех наших наблюдениях и измерениях, произведенных с помощью материальных приборов. Закономерные явления тяготения обязаны своим происхождением *отсутствию* некоторых постигаемых эффектов. Мы пытались найти ключ к тайне; но секрет оказывается не в ключе, а в самом замке.

ный закон, хотя и выражен в обеденных образах, тем не менее эквивалентен возможному биологическому закону и может быть немедленно подвергнут переводу в более общее утверждение, которое не содержит никакой ссылки на особенное расслоение. Но с другой стороны может случиться, что предполагаемый закон не может быть освобожден от этой связи с частной системой разрезов. В этом случае мы можем лишь рассматривать его, как приближенный, может быть пригодный очень хорошо для тех ломтей, относительно которых у нас больше всего опыта, но становящийся менее и менее точным в более извилистых частях животного. Оба эти случая иллюстрируются в Эйнштейновом видоизменении классической теории. Ньютонов закон тяготения тоже соответствует пространственно-временной сети, а потому и миру, расслоенному на мгновенные состояния, оказывается невозможным освободить его от этой связи с частным расслоением, не изменяя его. Действительно, еслибы решающие астрономические наблюдения показали, что закон Ньютона, а не Эйнштейна есть точный закон тяготения, это было бы доказательством действи-

тельного расслоения мирового строения — расслоения не обнаруживаемого никакими другими явлениями. Закон Эйнштейна наиболее прост потому, что он согласуется с тем, что мы знаем об общем плане мирового строения; закон Ньютона может быть сделан возможным лишь введением новой и особенной характеристики — слоистого расположения строения — которое не обнаружено какими-либо другими явлениями.

Максвелловы электромагнитные законы представляют пример другого типа. Они, правда, установлены относительно частных слоев мира событий, которые доставлялись нам, подобно ломтям свинины, момент за моментом. Но они могут быть пересоставлены без нарушения их действия, в форме, не содержащей ссылки на слои. Это очень замечательное свойство Максвелловых уравнений, которое было совершенно неизвестно в то время, когда они были впервые выдвинуты. Оно было обнаружено значительно позже исследованиями Лармора и Лоренца. В результате этого Эйнштейн в состоянии принять без изменений всю классическую теорию электромагнитизма; он перестраивает ее так, чтобы показать, как она

применяется в общем виде и не связана с чисто земной точкой зрения; но он не изменяет законов. Он применяет различные трактовки к законам тяготения и электромагнитизма, потому что последние уже оказываются приспособленными к его схеме.

Если мне удалось выполнить свою задачу, то Вы поняли, что современный переворот научной мысли следует, как естественный результат великих революций прежних эпох в истории науки. Специальная теория относительности Эйнштейна, которая разъясняет неопределенность сети пространства и времени, венчает дело Коперника, впервые заставившего нас отказаться от нашей привязанности к геоцентрическому взгляду на природу; общая теория относительности Эйнштейна, которая вскрывает кривизну или не-Евклидову геометрию пространства и времени, развивает дальше зачаточные мысли некоторых астрономов прежних времен, впервые усмотревших возможность того, что их существование покоится на чем то не плоском. Эти прежние революции являются еще и теперь для нас в детстве источником недоумений, которые мы скоро перерастаем; и наступит время, когда изумитель-

ные открытия Эйнштейна подобным же образом станут общим местом для образованного человека.

Освободить нашу мысль от оков пространства и времени было заветным стремлением поэта и мистика; оно встречалось несколько холодно учеными, имевшим слишком много оснований опасаться той путаницы, которую способны были внести туманные идеи. Но если другие и подозревали о цели, к которой следует стремиться, то на долю Эйнштейна выпала заслуга указать путь, на котором мы действительно избавляемся от этих „земных прибавок к мысли“. И сбросив наши оковы, он оставляет нам не туманные обобщения для восторженных созерцаний мистика (как можно было бы опасаться), но точную схему мирового строения—основу математической физики.



СКЛАД ИЗДАНИЯ:
Одесское Отделение
Гос. Изд. Украины
Одесса, Пушкинск. 1.